

Pengaruh pemanfaatan jenis dan konsentrasi lipid terhadap sifat fisik *edible film* komposit whey-porang

Lexy Trendy Hawa, Imam Thohari dan Lilik Eka
Radiati

Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145 Jawa Timur

itoh@gmail.com

ABSTRACT: The study objective was to determine the effect of utilization various lipids with different concentration on physical quality of whey-porang composite edible films. The materials of the study were albumen, whey powder, porang flour and lipids (butter, margarine, beeswax and palm oil). The type of lipids were P1 (beeswax), P2 (margarine), P3 (butter) and P4 (palm oil), and its concentration were 5% and 10%. The variables were moisture content, film thickness, tensile strength and percentage of prolongation. The treatment was designed by nested completely randomized design (CRD) and the data were analyzed by analysis of variance. The Duncan's Multiple Range Test (DMRT) was applied if there were significant differences among treatments. The study found that type of lipids with different concentration had a very highly significant differences ($P < 0.01$) on the moisture content and the tensile strength of edible film. Meanwhile, utilization of various lipids had a significant differences ($P < 0.05$) on the film thickness of edible film, but not on its different concentration. Besides, type of lipid did not significantly influence ($P < 0.05$) the percentage of edible film prolongation. However, its various concentration had a very highly significant differences ($P < 0.01$) on the percentage of edible film prolongation. It can be concluded that utilization of several lipids with various concentrations in whey-porang composite edible films could reduce moisture content, tensile strength, and percentage of composite edible films prolongation but increased the film thickness. The study suggested to use butter lipids with 5% concentration to produce good mechanical edible films. The study needs further experiment about chemical quality and sensory test.

Keywords: lipid, physical quality, whey, porang, composite edible films

PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu pengemas makanan, polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi dan sulit terurai. Sebagai gantinya, pengemas organik saat ini mulai dikembangkan dan menyerupai sifat *biodegradable*. Salah satu alternatif bahan pengemas yang ramah lingkungan adalah *edible film*.

Edible film yang tipis sangat baik digunakan sebagai pembungkus dan pelapis produk-produk hasil pertanian, farmasi, industri dan pangan. Pemanfaatan *edible film* sebagai pelapis bahan pangan berfungsi sebagai penghambat perpindahan massa, sebagai *carrier* zat aditif dan meningkatkan penanganan suatu

makanan.

Bahan penyusun *edible film* mempengaruhi secara langsung karakteristik maupun bentuk morfologi pengemas yang dihasilkan. Prasetyaningrum, dkk., (2010) menyatakan bahwa *edible film* dapat dibuat dari tiga kelompok bahan utama, yaitu lipid (asam lemak dan lilin), hidrokoloid (pati, alginat, karaginan dan selulosa) dan komposit dari keduanya (hidrokoloid dan Lipid).

Edible film protein whey merupakan *edible film* yang terbuat dari protein whey (hasil samping pembuatan keju) dan masih memiliki nilai nutrisi. Pembuatan *edible film* protein whey memiliki sifat yang fleksibel dan transparan dengan keseimbangan oksigen dan sifat mekanik yang baik. Namun *edible film* protein whey memiliki sifat hidrofilik yang sangat bertentangan dengan fungsi dari *edible film* sehingga sifat *barrier* terhadap kelembaban menjadi rendah. Sifat *barrier* terhadap kelembaban yang rendah dapat dikurangi dengan menggunakan *edible film* komposit whey-porang. *Edible film* komposit whey-porang merupakan *edible film* yang terbuat dari campuran protein whey dan tepung porang.

Tepung porang mengandung polisakarida glukomanan sebagai komponen utama yang berpotensi untuk *edible coating* dengan penyangga oksigen dan dapat memperbaiki sifat fisik makanan menjadi agak lebih keras. Pembuatan *edible film* komposit whey-porang mempunyai sifat fisik yang lebih baik daripada hanya menggunakan protein whey, tetapi *edible film* ini masih memiliki sifat hidrofilik sehingga cenderung permeabel pada uap air. Menurut Manab (2008), lipid dapat ditambahkan untuk meningkatkan sifat *barrier* kelembaban pada *edible film* komposit whey-porang karena bersifat

hidrofobik. Lebih jauh lagi dikatakan bahwa lipid terdiri dari lemak, steroid, karotenoid dan vitamin yang larut dalam lemak. Jenis-jenis lemak seperti mentega, margarin, minyak kelapa sawit, dan *beeswax* dapat dibentuk sebagai lapisan penghalang pada *edible film*. Senyawa lipid yang bersifat hidrofobik diharapkan dapat menghasilkan *edible film* komposit whey-porang menjadi lebih baik.

Edible film diproduksi dengan menggunakan protein, polisakarida, lipid atau kombinasi. Pembuatan *Edible film* dari protein dan polisakarida merupakan penyangga oksigen yang baik dengan sifat mekanis yang baik. Sedangkan *edible film* lipid sangat terbatas sifat penyangga oksigennya, sehingga pemanfaatan lipid, protein dan polisakarida dapat memperbaiki sifat fisik *edible film*. Lisozim putih telur diinkorporasi ke dalam *edible film* komposit whey-porang untuk termasuk ke dalam golongan protein, sehingga jika ditambahkan ke dalam *edible film* whey-porang dapat menghasilkan sifat fisik yang hampir sama dengan penggunaan protein whey. Protein memiliki sifat yang kurang baik yaitu yang mudah larut dalam air dan kurang dapat menahan penguapan air.

Pemanfaatan mentega, margarin, minyak kelapa sawit, *beeswax* dan konsentrasi lipid yang diaplikasikan dalam *edible film* komposit whey-porang diharapkan mampu meningkatkan sifat fisik berupa kadar air yang juga dapat mempengaruhi ketebalan, daya putus dan persentase pemanjangan *edible film*. Total padatan bahan yang digunakan dalam formula *edible film* akan mempengaruhi ketebalan dan kadar air, sedangkan kekuatan struktural bahan akan mempengaruhi daya putus dan persentase pemanjangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui pengaruh pemanfaatan jenis dan konsentrasi lipid terhadap sifat fisik *edible film* komposit whey-porang.

MATERI DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah putih telur, NH_4Cl 0,5 M, SiO_2 /silika, buffer fosfat/ Na_2HPO_4 , EDTA, asam asetat, aquadest, mentega, margarin, minyak kelapa sawit, *beeswax*, whey bubuk, gliserol, dan tepung porang.

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* antara lain: beaker glass, gelas ukur, erlenmeyer, tabung ependorf, mikropipet, spatula, alumunium foil, *separator spoon*, tabung ulir plastik, *hot plate stirrer* (Labinco L32), timbangan analitik (Mettler PM 200, Switzerland), sentrifus dingin (Hettich Zaentrifugen), pH meter (Schoot Gerate), waterbath (Memmert, Germany), oven semi vaccum (Memmert, Germany), Teflon 16 Inch (Makcook, PT. Langgeng Makmur Indonesia). Peralatan yang digunakan dalam uji fisik *edible film* antara lain: oven kadar air (WT-binder), mikrometer sekrup (Lab THT Universitas Diponegoro), *Universal*

Testing Machine (Imada/ZP-200 N, Japan).

Metode penelitian adalah percobaan Rancangan Acak Lengkap Tersarang dengan 4 perlakuan jenis lipid (P1, P2, P3 dan P4) dan 2 perlakuan konsentrasi lipid (5% dan 10%), serta 3 ulangan, meliputi pengujian kadar air (Sudarmadji, dkk., 1997), ketebalan *edible film*, daya putus dan persentase pemanjangan (Mikkonen *et al.*, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi lipid berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air *edible film* (Tabel 1). Nilai kadar air tertinggi (34,24%) terdapat pada minyak kelapa sawit 5% dan kadar air terendah (20,03%) terdapat pada margarin 10%. Penambahan tingkat konsentrasi lipid yang lebih tinggi dapat menurunkan nilai kadar air, sehingga diduga lipid bekerja dengan baik sebagai hidrofob pada *edible film*.

Tabel 1. Kualitas fisik *edible film* komposit whey-porang

Jenis Lipid	Konsentrasi (%)	Kadar Air (%)	Ketebalan (mm)	Daya Putus (N)	Persentase Pemanjangan (%)
<i>Beeswax</i> (P1)	5	25,61 ^{bcd}	0,462	0,92 ^{ab}	37,78 ^{cd}
	10	24,59 ^{bc}	0,481	0,63 ^a	28,89 ^{abc}
Margarin (P2)	5	23,78 ^{ab}	0,468	1,32 ^{bc}	40,56 ^{de}
	10	20,03 ^a	0,381	1,15 ^{bc}	23,89 ^a
Mentega (P3)	5	30,09 ^{ef}	0,392	1,90 ^d	48,33 ^e
	10	27,89 ^{cde}	0,447	1,33 ^{bc}	27,22 ^a
Minyak kelapa sawit (P4)	5	34,24 ^f	0,479	1,62 ^{cd}	37,22 ^{bcd}
	10	29,13 ^{de}	0,506	1,18 ^{bc}	27,78 ^{ab}

Keterangan: Notasi pada baris berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan lipid minyak kelapa sawit dengan konsentrasi 5% dan 10%

memberikan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air *edible film*. Sedangkan perlakuan lipid *beeswax*,

margarin dan mentega dengan konsentrasi 5% dan 10% tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P>0,05$).

Jenis lipid berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kadar air *edible film*. Hal ini diduga sifat lipid yang hidrofobik dan sifat tepung porang sehingga nilai kadar air menjadi lebih baik. Hettiarachchy dan Ziegler (1994) menyatakan bahwa penambahan lipid dalam pembuatan *edible film* menyebabkan pembentukan larutan *edible film* menjadi lebih efektif. Menurut Kim dan Ustunol (2001) dan Widyastuti, dkk. (2008), emulsi pada *edible film* dengan penambahan lipid dapat meningkatkan sifat hidrofobnya. Menurut Johnson (2005), tepung porang dapat larut dalam air dan dapat menyerap 100 kali dari volumenya sendiri dalam air. Wahyu (2009) menyebutkan bahwa penggabungan lipid dan hirokoloid digunakan untuk mengambil keuntungan dari kedua komponen tersebut dimana lipid dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hirokoloid memberikan daya tahan.

Nilai kadar air lipid pada minyak kelapa sawit memberikan perbedaan yang sangat nyata. Hal ini diduga karena komponen penyusun masing-masing lipid berbeda. Menurut Pasaribu (2004), minyak kelapa sawit umumnya minyak nabati lainnya merupakan senyawa yang tidak larut air, sedangkan komponen penyusun utamanya adalah trigliserida dan non-trigliserida. Manab (2008) menyebutkan bahwa penambahan minyak kelapa sawit dalam pembuatan *edible film* berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kadar air. Ruan, et al. (1998) menambahkan bahwa minyak kelapa sawit merupakan alternatif yang baik untuk pembuatan *edible film* karena kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang tinggi, serta tidak mudah teroksidasi.

Nilai kadar air lipid jenis *beeswax*, margarin dan mentega tidak memberikan perbedaan yang nyata, tetapi kadar air tetap mengalami penurunan. Hal ini diduga karena konsentrasi *beeswax*, margarin dan mentega belum berpengaruh nyata. Menurut Handito (2011), nilai variabel yang tidak berbeda nyata antar konsentrasi bahan disebabkan karena secara statistik konsentrasi tersebut belum berpengaruh nyata.

Kadar air tertinggi terdapat pada minyak kelapa sawit 5% yaitu 34,24%, tetapi penambahan lipid dengan kadar air tertinggi masih lebih rendah daripada *edible film* tanpa penambahan lipid. Menurut Banerjee and Chen (1995), penambahan lipid pada larutan *edible film* menyebabkan kandungan air yang dimiliki lebih rendah bila dibandingkan dengan *edible film* tanpa penambahan lipid.

Ketebalan *edible film*

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis lipid berpengaruh nyata ($P<0,05$), sedangkan konsentrasi lipid pada semua jenis lipid tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap ketebalan *edible film*. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai tertinggi (0,506 mm) terdapat pada minyak kelapa sawit 10% dan terendah (0,381 mm) pada margarin 10%. Nilai ketebalan cenderung mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi penggunaan lipid. Hal berbeda ditunjukkan oleh nilai ketebalan pada konsentrasi lipid margarin yang mengalami penurunan nilai ketebalan dengan meningkatnya konsentrasi lipid.

Jenis lipid berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film*. Hal ini diduga disebabkan oleh karakteristik dari jenis lipid yang ditambahkan. Menurut Wahyu (2009), ketebalan,

permeabilitas dan kelarutan *edible film* merupakan karakteristik yang pada umumnya dipengaruhi oleh konsentrasi bahan keringnya. Menurut Prasetyaningrum dkk. (2010), *edible film* yang tingkat elastisitasnya sangat rendah memiliki lapisan yang lebih tebal dan bersifat kaku.

Ketebalan *edible film* cenderung mengalami peningkatan dengan meningkatnya penambahan konsentrasi lipid yang digunakan. Menurut Prasetyaningrum dkk. (2010), apabila campuran *edible film* berisi komposisi yang maksimal dari bahan maka akan diperoleh larutan yang sangat kental dan memiliki ketebalan yang lebih daripada komposisi yang lain. Menurut Henrique, et al. (2007), *edible film* dengan konsentrasi yang lebih besar sulit larut dan cenderung lebih permeabel dan lebih tebal. Menurut Mc Haugh, et al. (1994), ketebalan yang semakin meningkat maka kemampuan penahannya akan semakin baik, sehingga umur simpan produk semakin panjang.

Hal yang berbeda ditunjukkan oleh nilai ketebalan *edible film* pada margarin yang mengalami penurunan. Hal ini diduga karena margarin yang digunakan dilakukan pencairan terlebih dahulu agar *edible film* yang dibentuk lebih baik. Menurut Isnawati (2008), sifat fisik ketebalan *edible film* dipengaruhi konsentrasi larutan dan plat kaca pencetak yang digunakan. Tanaka, et al (2001) menambahkan bahwa asam lemak jenuh yang digunakan ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh dapat menurunkan ketebalan molekul lipid pada struktur komposisi *edible film*.

Daya putus

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi lipid berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap daya putus *edible film*. Nilai daya putus tertinggi (1,90 N) terdapat

pada mentega 5% dan terendah (0,63 N) pada *beeswax* 10%. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai daya putus mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi lipid yang digunakan.

Jenis lipid berpengaruh sangat nyata terhadap nilai daya putus *edible film*. Hal tersebut diduga karena perbedaan sifat mekanik dari bahan lipid yang digunakan. Menurut Manuhara (2003), sifat mekanik tergantung pada kekuatan bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* dan untuk membentuk ikatan molekuler menjadi kuat. Prasetyaningrum dkk. (2010) menambahkan bahwa lipid dalam pembuatan *edible film* berfungsi untuk memperlemah kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer sehingga elastisitas dapat bertambah. Menurut Santoso, dkk. (2004), pembuatan larutan *edible film* komposit antar bahan bersifat hidrofobik dan hidrofilik yang ditambahkan pengemulsi dapat meningkatkan stabilitas.

Edible film tanpa penambahan lipid menghasilkan nilai daya putus lebih rendah daripada nilai daya putus tertinggi pada penggunaan lipid. Hal ini diduga karena *edible film* tanpa penggunaan lipid kurang efektif. Menurut Hettiarachchy dan Ziegler (1994), penambahan lipid dalam pembuatan *edible film* menyebabkan pembentukan larutan *edible film* menjadi lebih efektif. Wahyu (2009) menambahkan bahwa hidrokoloid berfungsi untuk membentuk struktur *edible film* agar tidak mudah hancur.

Nilai daya putus terbaik terdapat pada lipid jenis mentega 5% sebesar 1,90 N. Hal ini diduga karena penggunaan mentega dalam bentuk cair pada saat pembuatan *edible film*, sedangkan penggunaan lipid jenis *beeswax* 10% menghasilkan daya putus

yang rendah yaitu sebesar 0,63 N. Menurut Fairley, et al. (1994), mentega digunakan dalam *edible film* yang memiliki stabilitas dan tekstur yang baik, sedangkan mentega dalam keadaan cair menghasilkan *edible film* yang lebih fleksibel. Tanaka et al. (2001) menyatakan bahwa rendahnya titik cair dari lipid akan dihasilkan *edible film* yang rapuh dan kurang baik sebagai *barrier* terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan karena meningkatnya kandungan asam lemak tak jenuh dalam larutan *edible film*.

Konsentrasi lipid pada mentega memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap nilai daya putus *edible film* komposit whey-porang. Hal ini diduga karena adanya perbedaan interaksi molekul. Menurut Handito (2011), perbedaan yang nyata dari kekuatan daya putus *edible film* pada konsentrasi bahan yang meningkat dapat mempengaruhi interaksi molekul dalam matriks *edible film* yang terbentuk. Prasetyaningrum dkk. (2010) melaporkan bahwa kadar kuat terbaik adalah pada saat konsentrasi lipid rendah karena pada konsentrasi tersebut molekul dapat berikatan dengan baik sehingga gel yang dihasilkan kuat dan kuat tarik meningkat. Peningkatan konsentrasi lipid dapat menurunkan kuat tarik *edible film*.

Nilai daya putus pada konsentrasi lipid jenis *beeswax*, margarin dan minyak kelapa sawit tidak berbeda nyata meskipun tetap mengalami penurunan. Hal ini diduga karena peningkatan konsentrasi tersebut masih kurang berpengaruh secara statistik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Handito (2011) bahwa daya putus *edible film* tidak berbeda nyata antar konsentrasi bahan disebabkan karena secara statistik konsentrasi tersebut belum berpengaruh nyata terhadap nilai daya putus.

Persentase pemanjangan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis lipid tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$), sedangkan konsentrasi lipid berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap persentase pemanjangan *edible film*. Nilai persentase pemanjangan tertinggi (48,33%) terdapat pada mentega 5% dan terendah (23,89%) pada margarin 10%. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai persentase pemanjangan mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi lipid yang digunakan.

Jenis lipid tidak berpengaruh nyata terhadap nilai persentase pemanjangan *edible film*. Penggunaan lipid dalam pembuatan *edible film* dapat menurunkan persentase pemanjangan. Hal ini diduga karena adanya interaksi yang dihasilkan antara protein dan lipid. Mawarwati, dkk. (2001) menyatakan bahwa penambahan *plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan pada *edible film* yang dihasilkan. Menurut Damodaran dan Paraf (1997), penambahan lipid menyebabkan protein pada *edible film* saling berinteraksi dengan gaya kohesi yang kuat, bahkan tidak hanya ikatan antar protein saja, tetapi juga ikatan antar lemak, sehingga daya tersebut membuat *edible film* menjadi lemah dan rapuh. Isnawati (2008) menambahkan bahwa nilai persentase pemanjangan yang tinggi mengindikasikan *edible film* yang dihasilkan tidak mudah putus karena mampu menahan beban dan gaya tarik yang diberikan.

Persentase pemanjangan tertinggi terdapat pada lipid jenis mentega 5% yaitu sebesar 48,33%, tetapi nilai tersebut masih lebih rendah dibandingkan *edible film* tanpa penambahan lipid. Menurut Li, et al. (2006), persentase pemanjangan *edible film* konjac memiliki interaksi ikatan hidrogen. Rantai molekul konjac glukomanan berperan sebagai

plasticizer internal. Cheng, et al. (2008) menyatakan bahwa penggunaan hidrokoloid dapat meningkatkan nilai daya putus dan persentase pemanjangan karena menghasilkan efek pelumasan yang membuat emulsi *edible film* tepung konjac glukomanan lebih fleksibel, elastis dan kuat.

Konsentrasi lipid pada margarin, mentega dan minyak kelapa sawit memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap nilai persentase pemanjangan *edible film* komposit whey-porang yang diduga karena adanya penambahan interaksi dari protein dan lipid. Menurut Isnawati (2008), semakin tinggi kandungan lipid yang ditambahkan maka semakin rendah nilai persentase pemanjangan karena menyebabkan protein dan lipid saling berinteraksi sehingga *edible film* yang dihasilkan mudah rapuh. Cheng et al. (2008) menambahkan bahwa persentase pemanjangan menurun dengan meningkatnya penambahan lipid karena globula lemak mengganggu ikatan intermolekul hidrogen.

Nilai persentase pemanjangan *edible film* pada konsentrasi lipid jenis *beeswax* tidak memberikan perbedaan yang nyata meskipun tetap mengalami penurunan. Hal ini diduga karena adanya peningkatan konsentrasi tersebut masih kurang berpengaruh secara statistik. Handito (2011) menyatakan bahwa persentase pemanjangan *edible film* yang tidak berbeda nyata antar konsentrasi bahan disebabkan karena secara statistik konsentrasi tersebut belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai persentase pemanjangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemanfaatan jenis dan konsentrasi

lipid pada *edible film* komposit whey-porang dapat memperbaiki sifat fisik *edible film* yang dihasilkan, yaitu dapat menurunkan nilai kadar air, daya putus dan persentase pemanjangan, tetapi nilai rata-rata ketebalan meningkat.

2. Perlakuan terbaik pada penggunaan jenis dan konsentrasi lipid terdapat pada perlakuan P₃ (mentega) 5% dengan nilai daya putus (1,90 N), persentase pemanjangan (48,33%), ketebalan (0,392 mm) dan kadar air (30,09%) yang diperoleh dari perbandingan antara hasil penelitian dengan literatur.

DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, R., and H. Chen. 1995. Functional properties of edible film using whey protein concentrate. *J. Dairy Sci*, 78:1673-1683.
- Cheng, L. H., A. A. Karim and C. C. Seow. 2008. Characterisation of composite films made of konjac glucomannan (KGM), carboxymethyl cellulose (CMC) and lipid. *Food Chemistry*, 107: 411-418.
- Damodaran, S., and A. Paraf. 1997. Food protein and their application. Marcel Dekker Inc. New York.
- Fairley, P., J. B. German and J. M. Krochta. 1994. Phase behavior and mechanical properties of tripalmitin/butterfat mixtures. *Journal of Food Science*, 59: 321-337.
- Handito, D. 2011. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*. *Agroteksos*, 21: 2-3.
- Henrique, C. M., R. F. Teofilo, L. Sabino, M. M. C. Ferreira and M. P. Cereda. 2007. Classification of cassava starch film by physicochemical

- properties and water vapor permeability quantification by FTIR and PLS. *Journal of Food Science*. 74:E184-E189.
- Hettiarachchy, N. S., and G. R. Ziegler. 1994. Protein functional in food systems. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Isnawati, R. 2008. Kajian rasio mentega dan chitosan dalam *edible film* protein pollard terhadap sifat fisik telur ayam. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.
- Johnson, A. 2005. Konjac - An introduction.
<http://www.konjac.info/>.
Tanggal akses 10 Juli 2013.
- Kim, S. J., and Z. Ustunol. 2001. Solubility and moisture sorption isotherms of whey-protein-based edible film as influence by lipid and plasticizer incorporation. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49: 4388-4391.
- Li, B., Z. Xu and B. J. Xie. 2006. Preparation and temperatur effect on the swelling behavior of konjac glucomannan-methylcellulose blend film. *Eur Food Res Technol*, 223: 132-138.
- Manab, A. 2008. Pengaruh penambahan minyak kelapa sawit terhadap karakteristik *edible film* protein whey. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 3 (2): 8-16.
- Manuhara, G. J. 2003. Ekstraksi karagenan dari rumput laut *Eucheuma sp.* untuk pembuatan *edible film*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Mawarwati, S., S. B. Widjanarko dan T. Susanto. 2001. Mempelajari karakteristik *edible film* berantioksidan dari germ gandum (*Triticum aestivum* L.) dan pengaruhnya dalam pengendalian pencoklatan pada irisan apel (*Malus sylvestris*). *Biosain*, 1 (1): 61-76.
- McHaugh, T. H., J. F. Aujard and J. M. Krochta. 1994. Plasticized whey protein edible film: water vapor permeability properties. *Journal of Food Science*, 59: 416-419,423.
- Mikkonen, K. S., A. P. Mathew, K. Pirkkalainen, R. Serimaa, C. Xu, S. Willfor, K. Oksman and M. Tenkanen. 2010. Effect of vegetable oils on physical characteristics of edible konjac films. *Cellulose*, 17: 69-81.
- Pasaribu, N. 2004. Minyak buah kelapa sawit.
<http://library.usu.ac.id/download/fmipa/kimia-nurhaida.pdf>.
Tanggal akses 10 Juli 2013.
- Prasetyaningrum, A., N. Rokhati, D. N. Kinasih dan F. D. N. Wardhani. 2010. Karakterisasi *bioactive edible film* dari komposit alginat dan lilin lebah sebagai bahan pengemas makanan *biodegradable*. Seminar rekayasa kimia dan proses, 02: 1411-4216.
- Ruan, R. R., L. Xu and P. L. Chen. 1998. Water vapor permeability and tensile strength of cellulose based composite edible films. *Journal of American Society of Agricultural Engineers*, 14: 411-413.
- Santoso, B., D. Saputra dan R. Pambuyan. 2004. Kajian teknologi *edible coating* dari sari pati dan aplikasinya untuk pengemas primer lempok durian. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, XV (3).
- Sudarmadji, S., B. Hariyono, dan Suhardi. 1997. Prosedur analisa

- bahan makanan dan pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Tanaka, M., S. Ishizaki, T. Suzuki and R. Takai. 2001. Water vapor permeability of edible film prepared from fish water soluble proteins as affected by lipid type. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, 87: 31-37.
- Wahyu, M. K. 2009. Pemanfaatan pati singkong sebagai bahan baku *edible film*. Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung.
- Widyastuti, E. S., A. Manab dan R. A. Puspitasari. 2008. Pengaruh penambahan mentega dan perlakuan pH terhadap karakteristik kimia *edible film* gluten. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 3: 24-34.